

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/003442

International filing date: 23 February 2005 (23.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-054582
Filing date: 27 February 2004 (27.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 2月 27日

出願番号
Application Number: 特願 2004-054582

[ST. 10/C]: [JP 2004-054582]

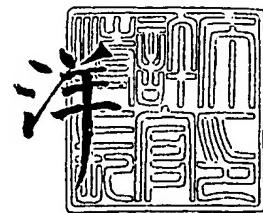
出願人
Applicant(s): ヤマハ発動機株式会社



2005年 3月 31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 P000834YA
【提出日】 平成16年 2月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
 【氏名】 栗田 洋敬
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
 【氏名】 山縣 裕
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
 【氏名】 小池 俊勝
【特許出願人】
 【識別番号】 000010076
 【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2500番地
 【氏名又は名称】 ヤマハ発動機株式会社
 【代表者】 長谷川 至
【代理人】
 【識別番号】 100104581
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 宮崎 伊章
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049456
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

A1 : 79.6 ~ 73.4 wt%、Si : 18 ~ 22 wt%、Cu : 2.0 ~ 3.0 wt%を含む合金を用意する第1の工程と、

この合金の溶湯を鋳型の中で摺動面近傍を4 ~ 50 °C/秒の速度で冷却して成形体を形成する第2の工程と、

前記成形体を450 °C ~ 520 °Cで3 ~ 5時間熱処理したあと、水冷する第3の熱処理工程と、

前記熱処理工程のあと、180 ~ 220 °Cで3 ~ 5時間熱処理する第4の熱処理工程とを含むエンジン摺動部品の製造方法。

【請求項2】

ピストンとの摺動面に平均粒径12 ~ 50 μmの初晶シリコン結晶粒を有するA1-Si系エンジン摺動部品。

【請求項3】

前記シリコン結晶粒の間に平均粒径7.5ミクロン以下の共晶シリコン結晶粒を有する請求項2記載のエンジン摺動部品。

【請求項4】

ピストンとの摺動面に粒径1 ~ 7.5 μmの間と粒径12 ~ 50 μmの間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有するA1-Si系エンジン摺動部品。

【請求項5】

A1 : 79.6 ~ 73.4 wt%、Si : 18 ~ 22 wt%、Cu : 2.0 ~ 3.0 wt%を含む合金からなる請求項2乃至4のいずれかの項記載のA1-Si系エンジン摺動部品。

【請求項6】

前記シリコン結晶粒はピストンとの摺動面において、1000 μm × 800 μmの任意のマトリックスで、直径50 μmの円形マトリックス中に0.1 μm以上のSi結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が5個以下である請求項4又は5記載のエンジン摺動部品。

【請求項7】

50 ~ 200 wt ppmのPと0.01 wt%以下のCaを含む請求項2乃至6のいずれかの項に記載のエンジン摺動部品。

【請求項8】

ロックウェル硬度(HRB)が60 ~ 80である請求項2乃至7のいずれかの項に記載のエンジン摺動部品。

【請求項9】

粒径1 ~ 7.5 μmの範囲内の凹部に潤滑油が含まれる、ピストンとの摺動面を備えたシリンダーブロック。

【請求項10】

A1 : 79.6 ~ 73.4 wt%、Si : 18 ~ 22 wt%、Cu : 2.0 ~ 3.0 wt%を含む合金からなり、

ピストンとの摺動面に粒径1 ~ 7.5 μmの間と粒径12 ~ 50 μmの間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有するA1-Si系エンジン摺動部品であって、

前記ピストンとの摺動面において、前記シリコン結晶粒は、1000 μm × 800 μmの任意のマトリックスで、直径50 μmの円形マトリックス中に0.1 μm以上のSi結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が5個以下であり、

50 ~ 200 wt ppmのPと0.01 wt%以下のCaを含み、

ロックウェル硬度(HRB)が60 ~ 80であり、

粒径1 ~ 7.5 μmの範囲内における前記摺動面の凹部に潤滑油が含まれているシリンダーブロック。

【請求項 11】

請求項 2 乃至 8 のいずれかの項に記載されたエンジン摺動部品がシリンダブロックであり、このシリンダブロック、又は請求項 9 又は 10 のシリンダブロックと、当該シリンダブロックの摺動面よりも耐摩耗性が高い摺動面を有するピストンとを有するエンジン。

【請求項 12】

請求項 2 乃至 8 のいずれかの項に記載のエンジン摺動部品、もしくは請求項 9 又は 10 記載のシリンダブロック、もしくは請求項 11 記載のエンジンを有する車両。

【書類名】明細書

【発明の名称】エンジン摺動部品及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐摩耗性及び耐久性が改善されたシリンダーブロック等のエンジン摺動部品及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、アルミにSiを添加して、アルミの中にSi結晶粒を析出させ、耐摩耗性を向上させたシリンダーブロックが提案されている。また出願人は、高圧ダイカストによりシリンダーブロックを製造する技術を提案している(特許文献1)。

【0003】

【特許文献1】WO 2004/002658号国際公開公報

【0004】

しかし、上記公報に開示されている技術では、実用に耐えるものであるが、エンジンの回転数や使用条件によっては十分な耐摩耗性が得られないことが判明した。たとえば、二輪車ではエンジンを7000 rpm以上で運転するため、シリンダーブロックには、より高い耐摩耗性が要求される。発明者らは上記公知例の方法によってシリンダーブロックを製造したが、耐久性に欠けることがあることがわかった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、耐摩耗性と強度に優れたエンジン摺動部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、Al:79.6~73.4wt%、Si:18~22wt%、Cu:2.0~3.0wt%を含む合金を用意する第1の工程と、

この合金の溶湯を鋳型の中で摺動面近傍を4~50°C/秒の速度で冷却して成形体を形成する第2の工程と、

前記成形体を450°C~520°Cで3~5時間熱処理したあと、水冷する第3の熱処理工程と、

前記熱処理工程のあと、180~220°Cで3~5時間熱処理する第4の熱処理工程とを含むエンジン摺動部品の製造方法である。

【0007】

この明細書においてエンジン摺動部品とは、シリンダーブロックもしくはピストンをさす。

【0008】

この方法によれば、前記第2の工程において、合金の溶湯を鋳型の中で摺動面近傍を4~50°C/秒の速度で急冷して成形体を形成しているため、微細な初晶Si結晶粒をシリンダボア面に形成することができる。さらに、この第3の熱処理によってCuとAlの化合物を分解し、Cuを組織中に分散させた後、第4の熱処理によってCu原子がAlマトリックス中で凝集し、Alマトリックス中で整合析出することでSi結晶粒を保持するAl組織の強度を向上させることができる。さらに第3の熱処理によって、針状組織となつたSiがAl組織中に拡散するため、Si結晶粒の支持力が向上すると考えられる。

【0009】

従って、例えばこの製造方法を用いて、ピストンとの摺動面に平均粒径12~50μmの初晶シリコン結晶粒を有するAl-Si系エンジン摺動部品とすれば、ピストンとの摺動面には微細なシリコン結晶が均一に分散しているので、ピストンとの摺動面における耐摩耗性に優れる。特に、前記シリコン結晶粒の間に平均粒径7.5ミクロン以下の共晶シリコン結晶粒を有するエンジン摺動部品とすれば、Al組織の強度を高めて、Si結晶粒の

支持力を高めることができる。Al-Si系とは、Al:60~88wt%、Si:12~25wt%を含む合金をいう。

【0010】

また、ピストンとの摺動面に粒径1~7.5μmの間と粒径12~50μmの間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有するAl-Si系エンジン摺動部品とすれば、Al組織の強度を高めて、Si結晶粒の支持力を高めることができる。特に、前記シリコン結晶粒はピストンとの摺動面において、1000μm×800μmの任意のマトリックスで、直径50μmの円形マトリックス中に0.1μm以上のSi結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が5個以下であるエンジン摺動部品の場合は、一層、Al組織の強度を高めて、Si結晶粒の支持力を高めることができる。

なお、本発明において、さらに50~200wtppmのPと0.01wt%以下のCaを含むエンジン摺動部品とすれば、シリコン結晶粒を微細に分散させることができるために、耐摩耗性に優れる。

また、本発明において、さらにBスケールのロックウェル硬度(HRB)が60~80であるエンジン摺動部品の場合は、韌性とともに強度も有するため、エンジン部品として適切である。

【0011】

なお、既述のエンジン摺動部品をシリングブロックとし、このシリングブロックと、このシリングブロックの摺動面よりも耐摩耗性が高い摺動面を有するピストンとを有するエンジンとすることが好ましい。このように、シリングギア内に耐摩耗性のスリーブ等を設けることなく、シリング側を無垢の構成とすることによって、冷却性に優れたエンジンを提供できる。

【発明の効果】

【0012】

このように本発明は、摺動面においてシリコン結晶粒を微細に分散させているため、耐摩耗性と強度に優れたエンジン摺動部品を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の製造方法は、Al:79.6~73.4wt%、Si:18~22wt%、Cu:2.0~3.0wt%を含む合金を用意する第1の工程と、

この合金の溶湯を鋳型の中で摺動面近傍を4~50℃/秒の速度で冷却して成形体を形成する第2の工程と、

前記成形体を450℃~520℃で3~5時間熱処理したあと、水冷する第3の熱処理工程と、

前記熱処理工程のあと、180~220℃で3~5時間熱処理する第4の熱処理工程とを有している。

【0014】

以下、シリングブロックを例にとり、詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0015】

(準備工程/第1の工程)

Al:79.6~73.4wt%、Si:18~22wt%、Cu:2.0~3.0wt%の組成を含む合金を用意する。同合金組成のアルミニウム合金によって、ピストンとの摺動面において耐摩耗性と強度に優れたエンジン摺動部品を提供することができる。なお、このアルミニウム合金は、新規なアルミニウム金属を用いた新塊ベースの地金から形成することもできるが、再生アルミニウム合金の再生塊ベースの地金を溶解して得ることもできる。

【0016】

(溶解工程)

次に、上記所定の合金組成を有するアルミニウム合金の地金を溶解炉で溶解して溶湯を

形成する。溶湯中に未溶解のSiが残存しないように溶湯を所定温度以上に過熱する。地金が完全に溶解したら溶湯温度を前記過熱温度以下の所定の温度に保持しておく。この溶解工程において、溶湯前の地金あるいは溶湯にP(リン)を100ppm程度添加しておく。これにより、合金中のSi粒子が均一に分散する。

【0017】

(铸造工程)

次に、上記組成の合金を用いて、例えば図1に示す高圧ダイカスト铸造装置により铸造する。図1は高圧ダイカスト铸造装置の構成図である。

この高圧ダイカスト铸造装置では、金型1は固定型2と可動型3とからなり、可動型3はベース金型4とスライド金型5とからなる。スライド金型5は、90度間隔で4分割され、各々にシリンダ6(上下の2つのみ示す)が備わり、ベース金型4の表面(ベース金型4とスライド金型5との間の合せ面30)に沿って矢印Aのようにスライドし、铸造時に中央にシリンダブロックのキャビティ7を形成する。7aはシリンダボア形成部であり、この装置ではベース金型4に一体的に形成されており、铸造時は図示の様に前記固定型2との合せ面7bに先端部が当接される。ベース金型4には押出ピン8が備わり、铸造ショットごとに、スライド金型5が開いた状態で铸造品を押出して金型から取り出す。31は、固定型2と可動型3との間の合せ面である。

【0018】

固定型2には、射出スリーブ9が設けられる。射出スリーブ9内をロッド10の先端に設けられたプランジャチップ11が往復動作する。射出スリーブ9には給湯口12が形成され、プランジャチップ11が原位置(給湯口12の後方(図の右側)の位置)の状態で、1ショット分の溶湯を注入する。給湯口12の前方にはチップセンサ13が設けられる。このチップセンサ13は、プランジャチップ11が給湯口12を通過したことを検出するためのものである。

【0019】

金型1全体は、カバー部14で覆われる。カバー部14は、固定型2を収容する固定側カバー部14aと、可動型3を収容する可動側カバー部14bとからなり、合せ面32にOリング等のシール剤15が装着される。

【0020】

カバー部14を貫通するシリンダ6、押出ピン8及び射出スリーブ9の各々とカバー部14との間の隙間には、Oリング等からなるシール材15が装着され、カバー部14内の気密を保つ。カバー部14の可動側カバー部14b(又は固定側カバー部14a)にリークバルブ16が設けられる。

【0021】

固定型2には、キャビティ7に連通する排気通路17が形成される。排気通路17は可動型側に形成してもよい。この排気通路17にバイパス通路17aが備わり、このバイパス通路17aを開閉するオンオフバルブ18が備わる。バイパス通路17aは、铸造時(図示した状態)で金型内を真空吸引したときに、オンオフバルブ18が装着された部分の排気通路17をバイパスさせて排気通路17を金型外部と連通させるためのものである。オンオフバルブ18は、例えばメタルタッチ式バルブであって、キャビティ7に溶湯が充填されて、残りの溶湯が排気通路17を通して上昇してきたときに、溶湯がオンオフバルブ18に接すると、これを押上げて排気通路17とともにバイパス通路17aを閉じて、溶湯が金型外に噴き出することを防止する。このようなメタルタッチ式バルブに代えて、プランジャチップ11の位置を検出し、1ショット分の溶湯押し込みが終了した位置でアクチュエータを介して排気通路17を閉じるバルブ構成としてもよい。また、このような溶湯の噴出し防止手段として、キャビティに連通するジグザグ状で経路の長い細い通路を形成し、キャビティから溢れる溶湯をこの通路を通過することにより、途中で固化させて金型への流出を防止するチルベント構造を用いてもよい。

【0022】

カバー部14(この例では固定側カバー部14a)に、真空タンク19に連通する1本又

は複数（この例では2本）の真空配管20が接続される。真空タンク19は、真空ポンプ21により所定の真空圧に維持される。真空配管中に設置された電磁弁20aは、制御装置22により、プランジャチップ11のストローク位置の検出信号あるいはストローク時間のタイマ信号等に基づいてキャビティ減圧の開始及び終了のタイミングで開閉制御される。

【0023】

なお、カバー部14は金型1全体を覆っているが、局部的に（例えば金型1の外周部を合せ面30、31の周縁30a、31aに沿ってリング状に）覆ってもよい。また、スライド金型5を駆動するためのシリンダ6を覆う形状のカバー部14を設けてもよい。

【0024】

このように金型1を覆うカバー部14を設け、このカバー部14を真空排気してキャビティ7内を減圧しながら鋳造を行うことにより、スライド金型5が多くなった場合であっても、金型自体にシールを施すことなく金型全体に対し真空吸引を行い、合せ面30、31の隙間からもキャビティを真空吸引するため、真空度が高められ、金型内からガスを確実に除去することができる。また、カバー部14の固定側カバー部14aと可動側カバー部14bの合せ面32のシール材15は高温の金型1から離間した位置に装着されるため、熱的影響が小さくなつてシール材の劣化が防止され耐久性が向上する。

【0025】

図中、冷却水流量調整ユニット60は、鋳造プロセスにおける金型1を冷却するとともに、図示したように、鋳造プロセスにおける金型1内のシリンダボア形成部7aを局部的に冷却制御するものであり、例えば、プランジャチップ11による高速射出のタイミングでバルブ（不図示）を開いて一定時間（例えば、型割りして製品を取り出すまでの時間）冷却水を流す構成とすることができる。特にシリンダボア形成部7aの冷却は、上記シリンダボア形成部7a内部に配管した冷却水通路60aに冷却水を流すことによって達成され、この合金の溶湯を鋳型の中で摺動面近傍を4～50°C/秒の速度で急冷するよう冷却水を流して成形体を形成することによって（第2の工程）、微細な初晶Si結晶粒をシリンダボア面に形成することができる。なお、シリンダボア形成部7aの冷却は、例えば図示の様に、シリンダボア形成部7a内部の摺動面（シリンダボア面）近傍に設置された温度センサ61により当該箇所の温度をモニタし、データレコーダ62による温度管理によって実際の温度を検出しながら、前記速度になるように冷却水量をコントロールするようにした。Si結晶粒は、急激に冷却すると耐摩耗性を有するほどの結晶粒が発生しない。したがつて、最初は比較的ゆっくりと冷却し、結晶粒の成長が激しくなる前にはその成長をストップさせるため急速に冷却をするようにして制御することが重要である。

【0026】

本装置は以上の構成があるので、図1に示した金型1のスライド金型5を所定の位置に配置してキャビティ7を形成し、可動型3を固定型2に突き合せて型締めする。このときカバー部14の固定側カバー部14aと可動側カバー部14bの合せ面32同士がシール材15を介して突き合わされ、カバー部14内が封止される。すなわち、固定型2と可動型3とを合せてキャビティ7を形成する型締め工程と、この金型1をカバー部14で覆つて封止する封止工程が同時に行われる。これにより鋳造のサイクルタイムの短縮が図られる。なお、固定型2と可動型3を型締めしてキャビティを形成した後に、この金型1をカバー部14で覆つて封止することも可能である。

【0027】

時間t0：プランジャチップ11は、原位置（給湯口12の後方）にあり、給湯口12が開いた状態であつて、この給湯口12を介して金型1内は大気圧状態である。この状態で給湯口12から1ショット分のアルミニウム合金の溶湯を注入する。溶湯が注入されたらプランジャチップ11を低速で前方に移動し、射出スリーブ9内の溶湯を押し込む。

【0028】

時間t1：チップセンサ13がプランジャチップ11を検出する。この状態では、プランジャチップ11が給湯口12を越えて前方に位置するため、カバー部14内は完全に気

密封止される。この時点で、電磁弁20aを駆動してカバー部14内を真空排気する。

【0029】

この真空排気により、金型1とカバー部14との間の空間33とキャビティ7内の真空排気が同時に行われる。これにより、減圧プロセスが効率よく行われ、鋳造のサイクルタイムの短縮が図られる。なお、キャビティ7の真空排気経路と、金型1とカバー部14間の空間33の真空排気経路とを別にして時間をずらせて真空排気することも可能である。

【0030】

特に、キャビティ内に先がけて空間部を真空排気すると、金型の合せ面やスライド型の摺動面等の隙間に入り込んで付着している液状の離型剤がキャビティ内に吸引されことなく空間33側へ直接吸い出されるため、余分な離型剤がキャビティ内に流入して溶湯に混入して鋳巣等に欠陥を引き起こすことが防止される。

【0031】

このような真空排気による吸引プロセスにより金型1内のキャビティ7内が減圧され、徐々に真空度が高まる。プランジャチップ11は低速で前進し続け、溶湯をキャビティ側に押し込む。プランジャチップ11が給湯口12を越えてから真空排気を開始することにより、給湯口12を通してエアが金型内に吸引させることを回避できる。これにより、鋳巣の発生をさらに確実に防止するとともに、エアによる溶湯表面の局部的冷却を防止し、均一で安定した品質の鋳造品を得ることができる。

【0032】

時間t2：溶湯がキャビティの入口に達した時点でプランジャチップ11を低速から高速に切換える、溶湯を急速にキャビティ内に供給する。

【0033】

時間t3：キャビティ内が溶湯で完全に充填され射出が完了する。このとき溶湯が排気通路17のオンオフバルブ18を押上げ排気通路17からの溶湯の噴き出しが防止される。またこのプランジャチップ11による高速射出のタイミングで、上記シリンドボア形成部7a内部に配管した冷却水通路60aに冷却水を流し、この合金の溶湯を鋳型の中で摺動面（シリンドボア面）近傍を4～50°C/秒の速度で急冷する。

【0034】

時間t4：真空ポンプ21を停止して真空排気による減圧を終了する。この時点ではカバー部14内はまだ減圧された状態である。

【0035】

時間t5：リークバルブ16を開きカバー部14内を大気開放する。リークバルブ16を介してカバー部内が時間とともに大気圧に近づく。

【0036】

時間t6：カバー部14内が完全に大気圧に戻る。この時点で金型を開き、鋳造品を取り出す。

【0037】

（熱処理工程）

鋳造後金型から取り出したシリンドブロックをT5, T6又はT7の熱処理を施す。T5処理は、鋳造品を金型から取り出した直後に水冷等により急冷し、その後、機械的性質の改善や寸法安定化のために、所定温度で所定時間だけ人工時効した後空冷する処理である。T6処理は、鋳造品であるシリンドブロックを金型から取り出した後、所定温度で所定時間だけ溶体化処理し、その後水冷し、その後、所定温度で所定時間だけ人工時効処理した後空冷する処理である。

【0038】

特に、本発明の方法では、このT6処理として、前記成形体を450°C～520°Cで3～5時間熱処理したあと、水冷する第3の熱処理工程と、この熱処理工程のあと、180～220°Cで3～5時間熱処理する第4の熱処理工程とを含むことが重要である。このような処理をすることにより、前記第2の工程によってシリンドボア面に微細な初晶Si結晶粒を形成した上で、さらにこの第3の熱処理によってCuとAlの化合物を分解させ、C

uを組織中に分散させた後、第4の熱処理によってCu原子がAlマトリックス中で凝集しAlマトリックス中で整合析出することでSi結晶粒を保持するAl組織の強度を向上させることができる。さらに第3の熱処理によって、針状組織となったSiがAl組織中に拡散するため、Si結晶粒の支持力が向上すると考えられる。

【0039】

T7処理は、T6処理に比べ過時効にする処理であり、寸法安定化が図られるが硬度はT6に比べ低下する。

【0040】

(機械加工工程)

シリンダヘッドとの合せ面、クランクケースとの合せ面及びシリンダボア内面の研削、旋削等の加工を行う。

【0041】

(ホーニング工程)

シリンダボア内面をホーニング加工する。このホーニングは、荒ホーニング、中仕上げホーニング、仕上げホーニングの3工程で行うことができる。

【0042】

図2は上記方法で得られたシリンダブロック100であり、101はピストン(図示せず)との摺動面である。

【実施例1】

【0043】

以下の合金を用意し、上記図2に示すシリンダブロックを鋳造した。

Si: 20wt% - Cu: 2.5wt% - Mg: 0.5wt% - Fe: 0.5wt% - P: 200ppm - Al: 残部

【0044】

なお、Siについては高純度のSiを使用してCa量を0.01wt%以下とした。また溶解時における除滓方法(のろ除去)としてアルゴンガスによるバーリングのみを行い、合金中のNa量を、0.1wt%以下とした。Ca, Naをそれぞれ0.01wt%以下、0.1wt%以下とすることにより、PによるSi結晶粒の微細化が確保され、耐摩耗性に優れた組織が得られる。

【0045】

上記組成の合金をそれぞれ前記装置で鋳造した。前記シリンダボア形成部7aに対する冷却は、前記センサ61の検出温度において25~30℃/秒の速度で冷却するように冷却水を冷却水通路60aに流し、同検出温度で溶湯が400~500℃の範囲内になるまで冷却した。次に、金型から鋳造品を取り出し、鋳造後のこのシリンダブロックに対して4時間の490℃による熱処理(溶体化処理)し水冷すると共に、さらに200度4時間の熱処理(時効処理)をおこなった。熱処理後のシリンダブロックに対してホーニング処理を施した。(実施例1)

また比較のため同組成の合金を砂型で鋳造し、前記ダイキャスト鋳造のようにシリンダボア形成部を冷却することなく鋳造した。砂型鋳造では、同様の溶体化処理、時効処理及びホーニング処理を行なった。(比較例1)

【0046】

得られた実施例1及び比較例1の各シリンダブロックについて、そのピストンとの摺動面における金属顕微鏡による断面写真をとり観察した。図3に砂型品の断面写真を示す。図3(a)は説明のために符号及び引き出し線を加えた図であり、図3(b)は同符号及び引き出し線を加えないオリジナルの写真を示す図である。図4はダイカスト品の金属顕微鏡による断面写真を示す。図4(a)は説明のために符号及び引き出し線を加えた図であり、図4(b)は同符号及び引き出し線を加えないオリジナルの写真を示す図である。

【0047】

図3(a)によれば、比較例1の摺動面202におけるSi結晶粒(初晶Si結晶粒2011及び共晶Si結晶粒2012)の平均粒径は6.0μm以上であることが分かる。ま

た、共晶Si結晶粒2012は針状組織であることが観察される。初晶Si結晶粒の空白率（組織全体の面積に対するCu等を含むアルミニウム固溶体2013が占める面積）は15%であった。なお、図中、丸印は直径 $50\mu\text{m}$ を示すための円である。図4(b)によれば、本実施例1の摺動面101におけるSi結晶粒（初晶Si結晶粒1011及び共晶Si結晶粒1012）の平均粒径は $24\mu\text{m}$ であった。さらに、共晶Si結晶粒1012を観察したところ、平均粒径は $6.4\mu\text{m}$ であった。初晶Si結晶粒の空白率（組織全体の面積に対するCu等を含むアルミニウム固溶体2013が占める面積）は35%であった。ここでいう粒径とは円相当径であり、本実施例においては、対象になる部分の断面データをコンピューター上に取り込み、三谷商事社より販売されたソフトウェア（商品名：win ROOF）を用いて平均粒径を求めた。比較例についても同様である。

【0048】

また、図4(b)によれば、 $1000\mu\text{m} \times 800\mu\text{m}$ の任意のマトリックスで、直径 $50\mu\text{m}$ の円形マトリックス中に $0.1\mu\text{m}$ 以上のSi結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が5個以下であることが認められる。

【0049】

これらのSi結晶粒を粒度分布にしてあらわした結果を図5及び図6に示す。図5は前記ダイカスト鋳造品のグラフである。図6は前記砂型鋳造品のグラフである。

これによれば、砂型では粒径 $10\sim15\mu\text{m}$ の間と $51\sim63\mu\text{m}$ の間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有するのに対し、本実施例のダイカスト鋳造品ではピストンとの摺動面に粒径 $1\sim7.5\mu\text{m}$ の間と粒径 $12\sim50\mu\text{m}$ と間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒が得られることが認められる。当該ピストンとの摺動面におけるロックウェル硬度(HRB)を測定すると70であった。

【0050】

平均粒径 $12\sim50\mu\text{m}$ の間のシリコン結晶粒は初晶シリコン結晶粒に相当し、粒径 $1\sim7.5\mu\text{m}$ の間のシリコン結晶粒は共晶シリコン結晶粒に相当する。

【0051】

(評価)

次に、それぞれの方法で製造したシリンダブロックに、当該シリンダブロックとの摺動面に $15\mu\text{m}$ の鉄めっきを施したピストンを挿入し、さらにエンジン(4サイクル水冷ガソリンエンジン)として組み立て、磨耗試験を行った。エンジンとして組み立てた後の運転条件は、 9000rpm では時間は10時間である。

【0052】

図7はエンジン駆動後の前記砂型におけるシリンダブロックのピストンとの摺動面をやや斜め上から写した拡大写真図である。この図において、200はシリンダブロック、201はピストンとの摺動面、202はピストンリングの上死点である。この図において分かるように全般的に冷却速度が遅くコントロールできない砂型により鋳造したシリンダブロックは摺動面全体に激しいスクラッチ傷203が発生し、シリンダブロックとして耐久性に欠けることがわかる。

【0053】

図8は前記真空ダイカストにより製造した実施例のシリンダブロックを示すピストンとの摺動面をやや斜め上から写した拡大写真図である。この図において、100は本実施例のシリンダブロック、101はピストンとの摺動面、102はピストンリングの上死点である。この実施例のシリンダブロックには、前記砂型によるシリンダブロックのようなスクラッチ傷203は発生しておらず、耐久性が良好であることが認められる。

【実施例2】

【0054】

次に、このシリンダブロックを製造するに当たり、どのような組織が耐摩耗性に優れるかを検証するために、前記シリンダボア形成部に対する冷却速度以外は実施例1と同様の条件で前記ダイカスト装置における冷却速度を変更して複数のシリンダブロックを作成した。

【0055】

これらのシリンダブロックでは冷却速度によってスクラッチ傷が多く発生しているものとそうでないものとが見受けられる。スクラッチ傷の少ないものの冷却条件は、溶湯の冷却初期温度(前記t3の射出完了温度)780℃から冷却終期温度(前記t4の減圧終了温度)400~500℃における冷却スピードが4~50℃/秒であった。

【0056】

実施例2の各シリンダブロックの金属組織を金属顕微鏡で観察したところ、Si結晶粒(初晶)の平均結晶粒は50μm以下であり、これらの回りに存在する共晶Si結晶粒の平均粒径は7.5μm以下であった。また各摺動面におけるロックウェル硬度(HRB)は60~80の範囲内にある。

【0057】

次に冷却速度以外は実施例1と同様にして、前記ダイカスト装置を用いて冷却初期温度からの当初の冷却速度を50℃/秒より速めた比較例2のシリンダブロックを製造した。この比較例2のシリンダブロックをエンジンに取り付け、前記条件で駆動させると、ピストンとの摺動面全面にわたってスクラッチ傷が発生した。初晶シリコン結晶粒の平均粒径は10μm以下であり、共晶Si結晶粒は観察されなかった。

【0058】

このように、エンジン摺動部材として耐摩耗性は、シリコン結晶粒が摺動部分において多くの結晶粒によって均一に支持されれば全体としての耐摩耗性は向上している。また、シリコン結晶粒を支持するA1マトリックスの強度が向上すれば、シリコン結晶粒の脱粒が防止されるとともに、マトリックス自体の強度が向上し、マトリックス自体が磨耗しにくくなる。マトリックス自体の強度向上は上記の実施例の場合、A1中に分散したCu原子とA1組織中に発生した共晶シリコン結晶粒(フィラーに相当)によって達成されているものと推量される。

【0059】

また、エンジンオイルとの関係からすれば、細かいシリコン結晶粒が摺動面に均一に分散していれば、シリコン結晶粒同士の間に小さなオイルポケットが発生する。この小さいオイルポケットは大きなオイルポケットよりもオイルを確実に保持して潤滑性が向上するため、耐摩耗性を向上させることができる。

上記各実施例のシリンダブロックでは、図9に示す様に、摺動面101即ちシリンダボアの表面にシリコン結晶粒子1010が突出する構成をとり、アルミニウム母材(固溶体)2011の表面に突出させて、浮き上がったシリコン結晶粒子1010がピストン(図示せず)に接して摺動面101を構成し、その凹んだアルミニウム母材(固溶体)1013表面に潤滑油が行き渡る構成としている。各実施例ではその摺動面には、粒径1~7.5μmの範囲内の凹部1014に潤滑油1015が含まれており、表面張力に起因していると思われるが、潤滑油を確実に保持していることから潤滑性が向上し、耐摩耗性を向上させている。なお、本発明はかかる構成に限定されない。

【0060】

このようなことから、限定されるものではないが、本発明の好ましいエンジン摺動部品、中でもシリンダブロックとしては、A1:79.6~73.4wt%、Si:18~22wt%、Cu:2.0~3.0wt%を含む合金からなり、

ピストンとの摺動面に粒径1~7.5μmの間と粒径12~50μmと間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有するA1-Si系エンジン摺動部品であって

前記ピストンとの摺動面において、前記シリコン結晶粒は、1000μm×800μmの任意のマトリックスで、直径50μmの円形マトリックス中に0.1μm以上のSi結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が5個以下であり、

50~200wtppmのPと0.01wt%以下のCaを含み、

ロックウェル硬度(HRB)が60~80である構成が好ましく、

さらにこれに加えて、粒径1~7.5μmの範囲内の前記凹部に潤滑油が含まれている

構成が最適である。

【0061】

このようなことから、既述した各様のエンジン摺動部品をシリンダーブロックとして有するエンジンとすることが好ましい。特に、既述した各様のエンジン摺動部品をシリンダーブロックに適用する場合、当該シリンダーブロックとこのシリンダーブロックの摺動面よりも耐摩耗性が高い摺動面を有するピストンとを有するエンジンにすることが好ましい。既述した各種様のエンジン摺動部品をシリンダーブロックとして有するエンジンを持つ車両は耐久性があり好適である。

【産業上の利用可能性】

【0062】

本発明は、摺動面において耐摩耗性と強度に優れた摺動面を形成することができる。したがって、二輪車、四輪車などの車両、船舶、飛行機などのシリンダーブロックやピストン等のエンジン摺動部品に好ましく利用される。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】図1は高圧ダイカスト鋳造装置の一例を示す構成図である。

【図2】図2は本発明の実施例に係るシリンダーブロックの概略斜視図である。

【図3】図3は砂型品の断面写真を示す図である。図3(a)は説明のために符号及び引き出し線を加えた図であり、図3(b)は同符号及び引き出し線を加えないオリジナルの写真を示す図である。

【図4】図4はダイカスト鋳造品のピストンとの摺動面における金属顕微鏡による断面写真を示す。図4(a)は説明のために符号及び引き出し線を加えた図であり、図4(b)は同符号及び引き出し線を加えないオリジナルの写真を示す図である。

【図5】図5はダイカスト鋳造品のピストンとの摺動面におけるSi結晶粒の粒度分布を示すグラフである。横軸が粒径d(μm)、縦軸が各粒径に応じた度数Nである。

【図6】図6は砂型鋳造品のピストンとの摺動面におけるSi結晶粒の粒度分布を示すグラフである。横軸が粒径d(μm)、縦軸が各粒径に応じた度数Nである。

【図7】図7はエンジン駆動後の前記砂型におけるシリンダーブロックのピストンとの摺動面をやや斜め上から写した拡大写真図である。

【図8】図8は真空ダイカストにより製造した実施例のシリンダーブロックを示すピストンとの摺動面をやや斜め上から写した拡大写真図である。

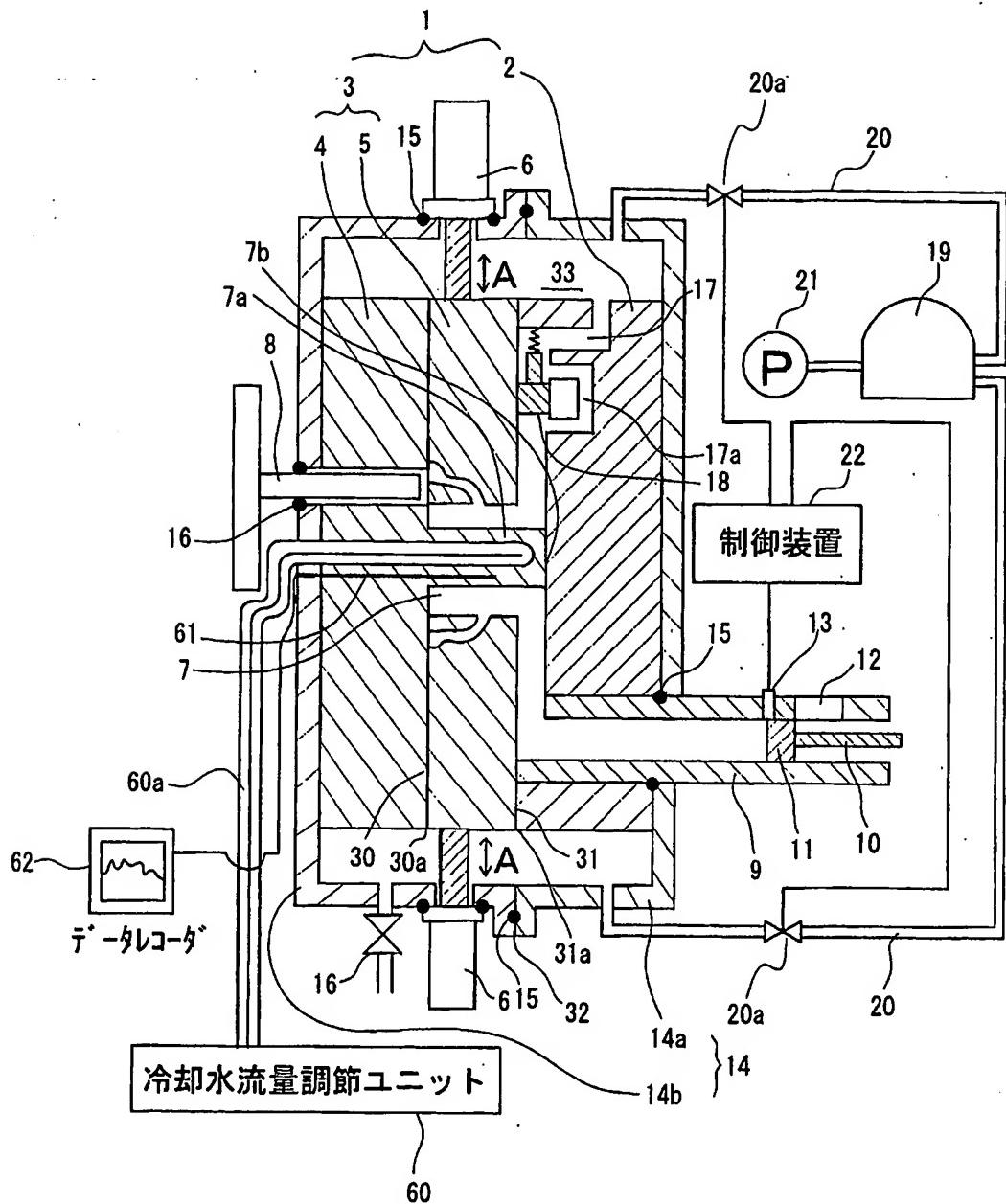
【図9】図9は摺動面の表面にシリコン結晶粒子が突出する状態を概念的に示す概略断面図である。

【符号の説明】

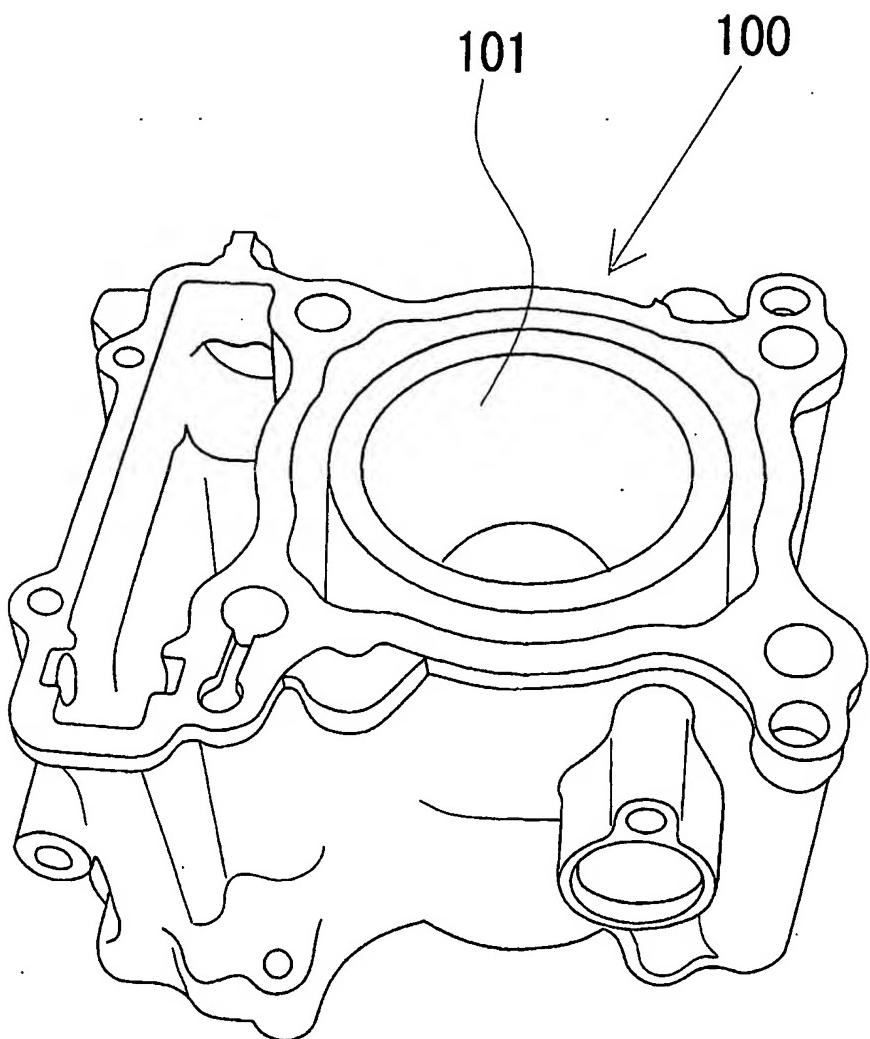
【0064】

100	シリンダーブロック
101	摺動面
1010	シリコン結晶粒子
1011	初晶Si結晶粒
1012	共晶Si結晶粒
1013	アルミニウム固溶体
1014	凹部
1015	潤滑油

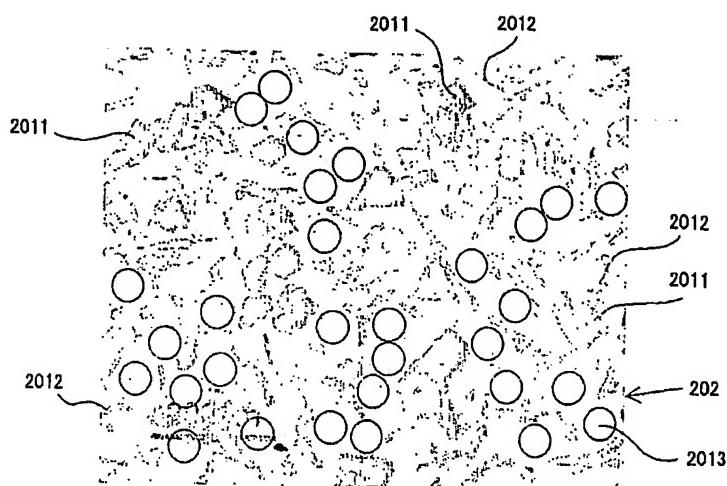
【書類名】図面
【図1】



【図2】

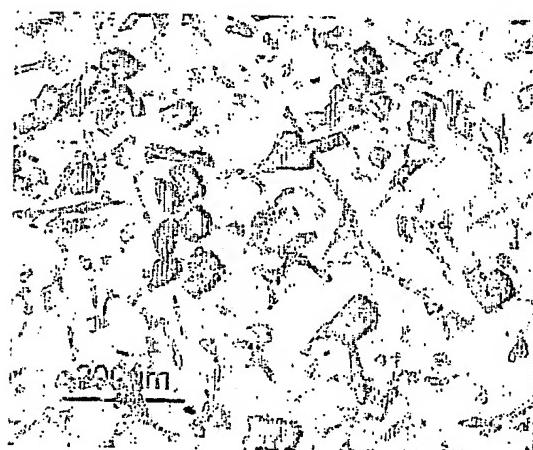


【図3】



○ : 直径50 μm の円

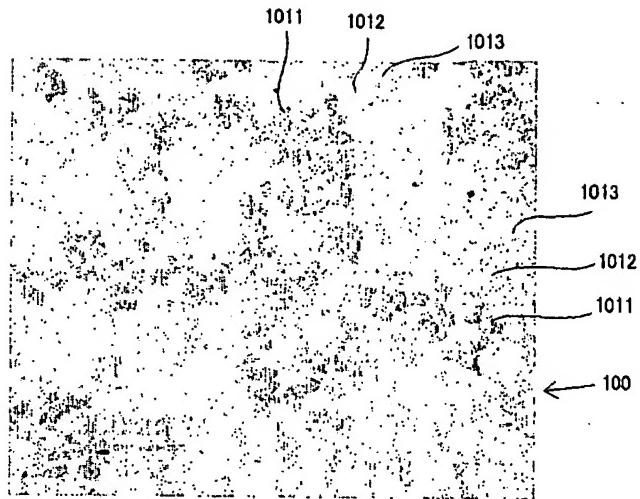
(a)



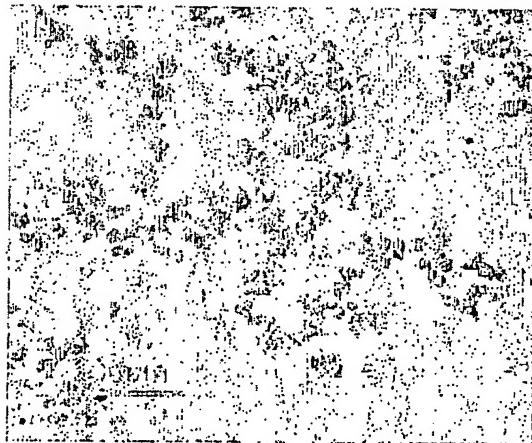
(b)

BEST AVAILABLE COPY

【図4】



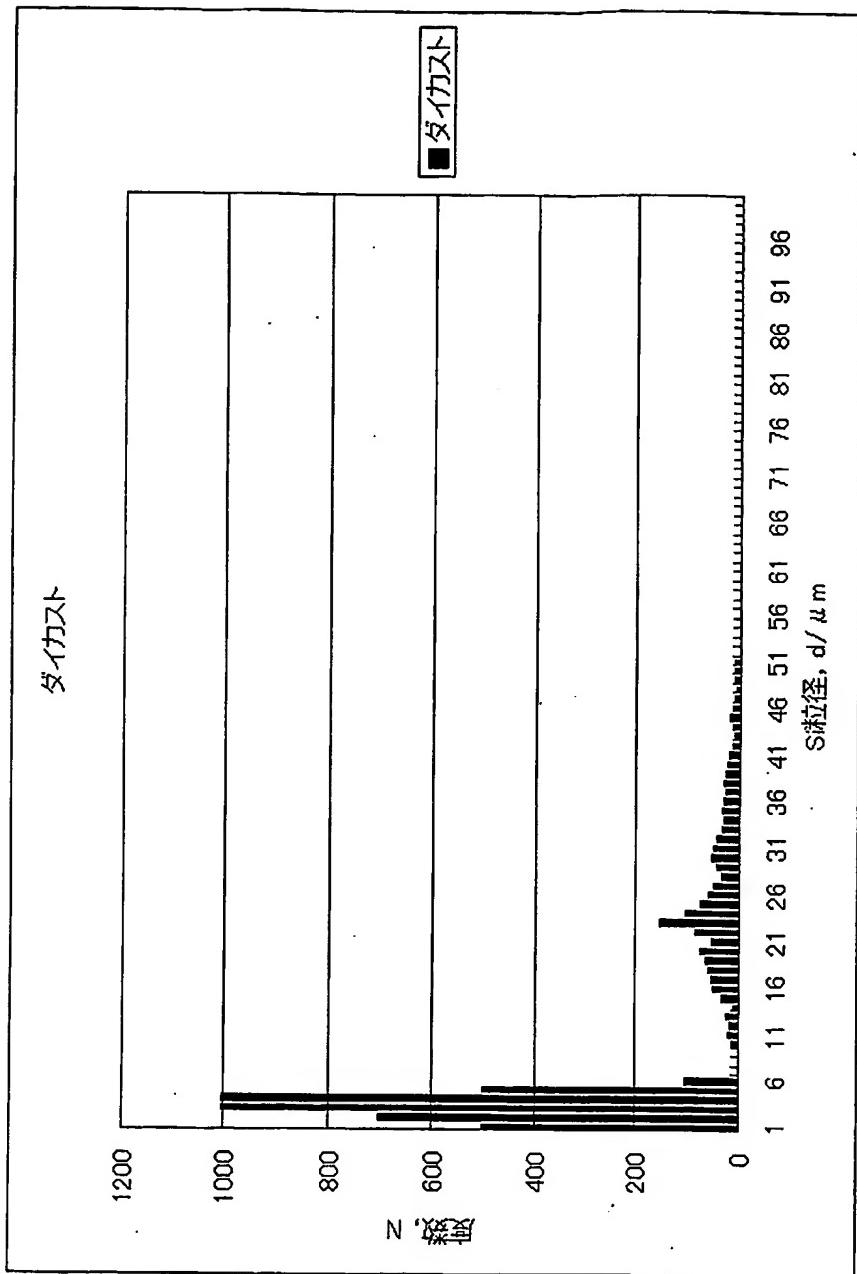
(a)



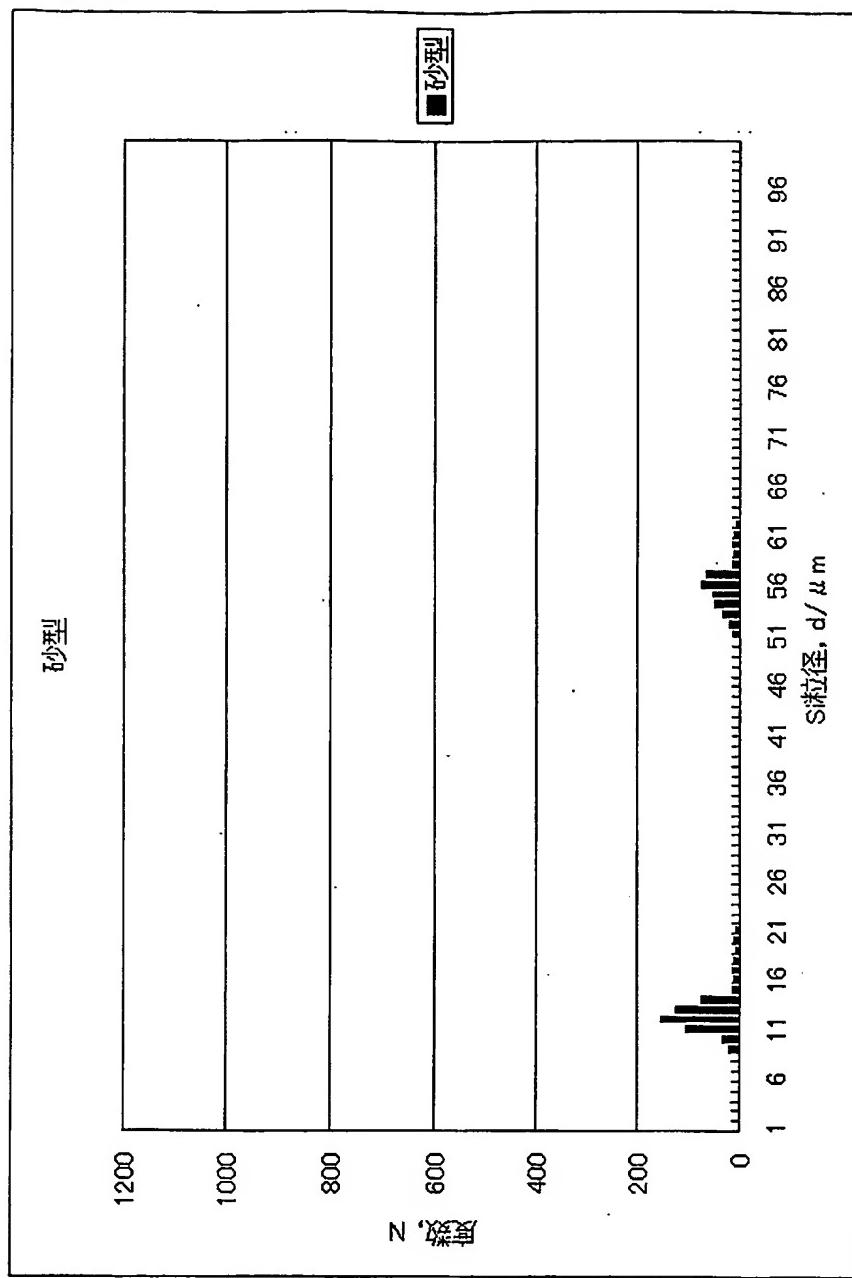
(b)

BEST AVAILABLE COPY

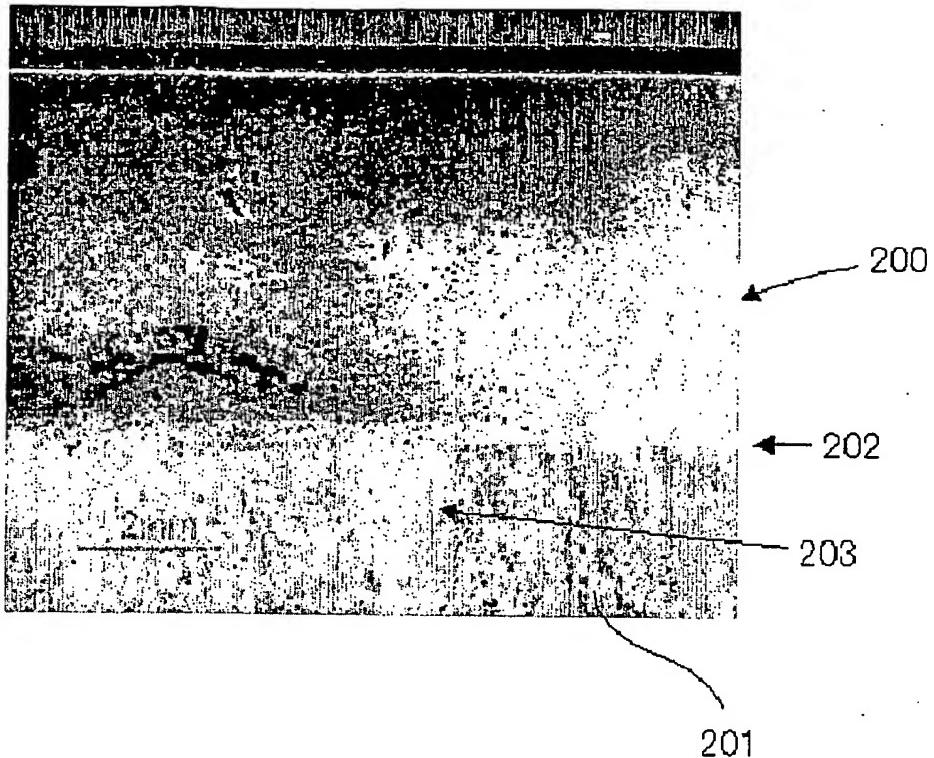
【図5】



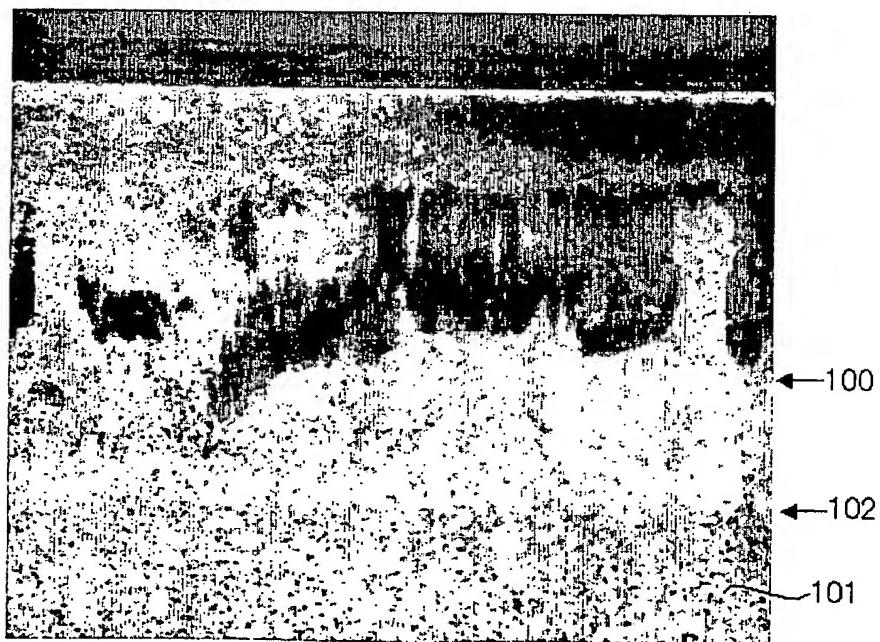
【図6】



【図 7】

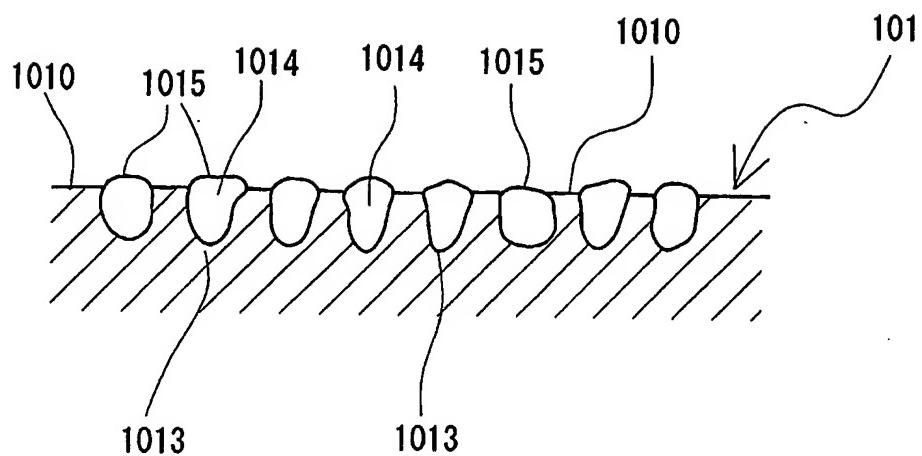


【図 8】



BEST AVAILABLE COPY

【図9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 耐摩耗性と強度に優れたエンジン摺動部品を提供する。

【解決手段】 A1 : 79.6 ~ 73.4 wt%、Si : 18 ~ 22 wt%、Cu : 2.0 ~ 3.0 wt%を含む合金からなり、

ピストンとの摺動面に粒径 1 ~ 7.5 μm の間と粒径 12 ~ 50 μm の間にそれぞれ粒度分布のピークを有するシリコン結晶粒を有する A1-Si 系エンジン摺動部品であって

前記ピストンとの摺動面において、前記シリコン結晶粒は、1000 μm × 800 μm の任意のマトリックスで、直径 50 μm の円形マトリックス中に 0.1 μm 以上の Si 結晶粒が存在しないマトリックスを探したとき、その個数が 5 個以下であり、

50 ~ 200 wt ppm の P と 0.01 wt % 以下の Ca を含み、

ロックウェル硬度 (H R B) が 60 ~ 80 である。

【選択図】 図 5

特願 2004-054582

出願人履歴情報

識別番号 [000010076]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 静岡県磐田市新貝2500番地
氏名 ヤマハ発動機株式会社